

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 774 251

②1 N° d'enregistrement national : 98 00777

⑤1 Int Cl⁶ : H 05 H 1/18 // C 23 C 14/35

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 26.01.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.07.99 Bulletin 99/30.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement de caractere scientifique techni-
que et industriel — FR.

⑦2 Inventeur(s) : DELAUNAY MARC.

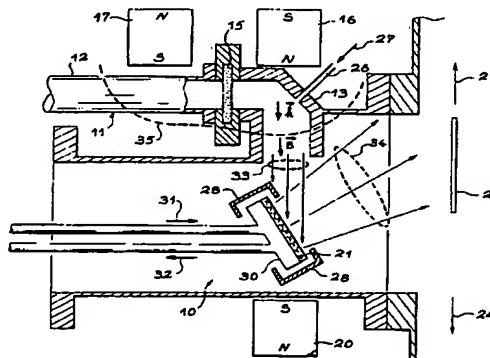
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤4 SOURCE A PLASMA MICRO-ONDE LINEAIRE EN AIMANTS PERMANENTS.

⑤7 La présente invention concerne une source à plasma
micro-onde linéaire comprenant :

- une enceinte étanche (10) sous vide;
- un guide d'injection micro-onde (12) suivi d'un coude à 90° (13) débouchant dans l'enceinte, perpendiculairement à celle-ci, une fenêtre micro-onde d'étanchéité (15) étant située entre le guide d'injection micro-onde (12) et le coude (13) à 90°, de manière à produire l'ionisation du gaz en une zone (35) de résonance cyclotron électronique située à quelques centimètres à l'intérieur du coude (13) qui est sous vide;
- un premier et un second aimants permanents (16, 17) disposés de part et d'autre de cette fenêtre (15), ces aimants (16, 17) étant installés avec une alternance de pôles;
- une cible (21) à pulvériser, isolée électriquement de l'enceinte et portée à une tension de polarisation négative située dans la nappe de plasma;
- des moyens d'injection de gaz (27) pour le contrôle des espèces ioniques de la nappe de plasma.



BEST AVAILABLE COPY

FR 2 774 251 - A1



SOURCE A PLASMA MICRO-ONDE LINEAIRE EN
AIMANTS PERMANENTS

DESCRIPTION

5

Domaine technique

La présente invention concerne une source à plasma micro-onde linéaire en aimants permanents, pour le traitement ou le revêtement de surfaces par pulvérisation.

Etat de la technique antérieure

15 Dans une source à résonance cyclotronique électronique, les ions sont obtenus en ionisant dans une enceinte fermée, du genre cavité hyperfréquence, un milieu gazeux, constitué d'un ou plusieurs gaz ou de vapeurs métalliques. Cette ionisation résulte d'une
20 interaction entre le milieu gazeux et un ensemble d'électrons fortement accélérés par résonance cyclotronique électronique. Cette résonance est obtenue grâce à l'action conjuguée d'un champ électromagnétique micro-onde, injecté dans l'enceinte, et d'un champ
25 magnétique régnant dans cette même enceinte.

La résonance cyclotron électronique permet de créer des plasmas denses à faible pression, sans filament ni cathode. Dans une réalisation décrite dans le document référencé [1] en fin de description, une
30 source de plasma à résonance cyclotron électronique, constituée de deux guides d'ondes rectangulaires, est utilisée pour produire de forts flux d'ions dans le cadre de la synthèse de matériaux par pulvérisation.

L'injection d'une puissance micro-onde à la
35 fréquence de 2,45 Ghz, dans une chambre à plasma

comprenant une zone de résonance cyclotron électronique à 0,0875 Tesla, produit l'ionisation d'un gaz sous une pression faible de 10^{-4} à 10^{-3} mbar. Les ions et les électrons ainsi créés diffusent le long des lignes de champ magnétique jusqu'à une cible polarisée négativement. La pulvérisation est effectuée à -500 Volts et les substrats sont constitués de silicium ou de quartz. La hauteur du plasma est de 20 cm pour une largeur de 5 cm. Les densités électroniques, mesurées par interférométrie à 27 Ghz, atteignent 4×10^{11} e/cm³ pour l'argon et le krypton. Pour un plasma d'oxygène, la densité de courant d'ions est de 40 mA/cm².

L'indépendance du canon à plasma et de la cible permet de réaliser une grande variété de dépôts en continu, contrairement aux magnétrons :

- des couches de matériau magnétique (Fer) sur du quartz ont été obtenues avec une vitesse de 200 nm/mn (nanomètre/minute) à faible pression ;

- par pulvérisation réactive (plasmas d'oxygène et d'azote), des couches d'oxydes (Al_2O_3 - transparent et stoechiométrique Cr_2O_3) et de nitrure (AlN) ont été réalisées avec des vitesses de 10 à 20 nm/mn (avec un mélange argon-oxygène adéquat, il est possible d'atteindre des vitesses de 100 nm/mn : c'est un problème d'oxydation de cible pour l'alumine). Le procédé ne nécessite pas d'alimentation de polarisation RF comme pour les magnétrons. Une simple alimentation continue permet d'effectuer tous les dépôts ;

- les dépôts à basse pression (10^{-4} millibars) diminuent la proportion de gaz inclus dans les couches et induisent une augmentation de la densité du matériau (environ 7 g/cm³ pour des revêtements de chrome sur du silicium) ;

- des couches de carbone de type diamant ont été réalisées par pulvérisation de cible de carbone (substrat polarisé) ou par la dissociation de méthane ;
- l'usure des cibles est homogène sur toute la surface pulvérisée contrairement aux magnétrons.

Les sources de plasma à résonance cyclotron électronique ont été largement utilisées pour la synthèse de matériaux depuis une dizaine d'années. Pour le dépôt par pulvérisation par des plasmas à résonance cyclotron électronique, un effort particulier est développé principalement au Japon et aux Etats-Unis avec plusieurs sortes de dispositifs en fonction du type de matériau et de la dimension du substrat. Une description et une bibliographie succincte ont été effectuées dans la publication référencée [1] en fin de description.

- Les sources de plasma micro-ondes à résonance cyclotron électronique les plus utilisées pour les dépôts par pulvérisation sont constituées d'une chambre à plasma cylindrique, de bobines de champs magnétiques qui créent une zone d'absorption à 875 Gauss et permettent la diffusion du plasma jusqu'à une cible polarisée négativement. Les principaux inconvénients de ces sources sont l'utilisation de solénoïdes avec une forte consommation électrique, des cibles à pulvériser cylindriques en bordure du plasma (une faible partie du plasma interagit avec la cible) et le recouvrement des fenêtres d'étanchéité micro-onde par les atomes métalliques pulvérisés. De telles sources sont décrites dans les documents référencés [2], [3] et [4].

- Des dispositifs de plasma à résonance cyclotron électronique ont été réalisés avec des

aimants permanents fixés sur un coude d'injection micro-onde à 90° et avec une zone d'absorption de l'onde située à l'intérieur d'une cible conique à pulvériser. L'inconvénient principal de ces dispositifs est le recouvrement très rapide d'une fenêtre micro-onde située à proximité de la zone de pulvérisation. De plus les vitesses de dépôt sont limitées. De tels dispositifs sont décrits dans le document référencé [5].

10

• Des sources de plasma à résonance cyclotron électronique en aimants permanents ont été développées au Japon avec des injections micro-ondes de type guides à fentes (« slot Antennas »). Les inconvénients principaux de ces sources sont la limitation de puissance micro-onde injectée (donc la limitation de la densité ionique à environ 10 mA/cm^2) et le recouvrement des fenêtres micro-ondes. De telles sources sont décrites dans le document référencé [6].

20

• Des plasmas à résonance cyclotron électronique ont été créés en utilisant les structures magnétiques des magnétrons (alternance de pôles des aimants permanents derrière la cible à pulvériser) et en injectant une puissance micro-onde. Les principaux inconvénients de ces structures sont la difficulté de pulvériser des matériaux magnétiques (la cible forme un écran), l'usure des cibles non uniforme (inutilisables après 30 % d'usure) et l'oxydation de la cible pour produire des oxydes (polarisation RF). De telles structures sont décrites dans les documents référencés [7] et [8].

30

• Des dispositifs de plasma à résonance cyclotron électronique ont été développés en utilisant

35

une cible à pulvériser à l'intérieur du plasma de diffusion (inclinaison à 45°) avec deux ensembles de solénoïdes (fenêtre micro-onde à fort champ magnétique, création de la zone d'absorption à 875 Gauss, diffusion et compression du plasma sur la cible) pour obtenir de forts flux d'ions à faible pression (25 à 30 mA/cm² à 10⁻⁴ mbar) sur des surfaces extrapolables (les essais ont été effectués avec deux guides d'onde pour une hauteur de 20 cm). Une fenêtre micro-onde, située dans un coude à 90°, est protégée de tout recouvrement métallique. Les inconvénients présentés par ces dispositifs sont la consommation électrique des solénoïdes et l'inclinaison de la cible par rapport au substrat. De tels dispositifs sont décrits dans les documents référencés [1] et [9].

La présente invention a pour objet de pallier les inconvénients des dispositifs de l'art antérieur décrits ci-dessus.

Exposé de l'invention

La présente invention concerne une source à plasma micro-onde linéaire comprenant :

- une enceinte étanche ;
- des moyens pour créer un champ magnétique dans l'enceinte et générer une nappe de plasma ;
- des moyens de couplage entre des moyens d'émission micro-onde et la nappe de plasma dans l'enceinte ;
- une cible à pulvériser, isolée électriquement de l'enceinte et portée à une tension de polarisation négative, située dans la nappe de plasma ;
- des moyens de pompage pour faire le vide dans l'enceinte ;

- des moyens d'injection de gaz pour le contrôle des espèces ioniques de la nappe de plasma ; de manière à ce que les ions accélérés vers la cible permettent l'éjection d'atomes pulvérisés vers un substrat à traiter ;

caractérisé en ce que les moyens de couplage comprennent un guide d'injection micro-onde suivi d'un coude à 90° débouchant dans l'enceinte, perpendiculairement à celle-ci, une fenêtre micro-onde d'étanchéité étant située entre le guide d'injection micro-onde et le coude à 90°, de manière à produire l'ionisation du gaz en une zone de résonance cyclotron électronique située à quelques centimètres à l'intérieur du coude, qui est sous vide, et en ce que les moyens pour créer un champ magnétique comprennent un premier et un second aimants permanents disposés de part et d'autre de cette fenêtre, ces aimants étant installés avec une alternance de pôles.

Avantageusement la cible est refroidie grâce à un circuit de refroidissement comportant une canalisation d'amenée d'un liquide de refroidissement, et une canalisation de retour de ce liquide.

Dans un premier mode de réalisation un troisième aimant est disposé de l'autre côté de l'enceinte par rapport au premier aimant et au même niveau que celui-ci, le premier et le troisième aimant étant disposés en série de pôles.

Dans un second mode de réalisation le troisième aimant est disposé derrière la cible, le premier et le troisième aimant étant alors disposés en série de pôles.

Avantageusement la cible peut être disposée parallèlement au substrat. Le guide d'admission micro-onde peut avoir une hauteur qui augmente de son entrée vers sa sortie, connectée à la fenêtre micro-onde.

La source de dépôt par plasma micro-ondes de l'invention présente de nombreuses caractéristiques avantageuses, ce qui en fait une source à hautes performances :

- 5 - la fenêtre micro-onde d'étanchéité est située avant un coude à 90° , ce qui lui permet de ne pas être recouverte de métal ;
- 10 - la fenêtre micro-onde d'étanchéité est située dans un champ magnétique supérieur à celui de la résonance cyclotron électronique RCE : le passage de la puissance micro-onde à travers la première zone de résonance cyclotron électronique dans l'air (RCE1) n'amorce pas de plasma parasite et l'absorption se produit bien sous pression réduite dans la zone de
15 résonance cyclotron électronique sous vide (RCE2) désirée ;
- 20 - le champ magnétique statique \bar{B} et la propagation de l'onde \bar{k} juste avant et dans la seconde zone RCE2 sont parallèles, ce qui permet d'éviter tout phénomène de coupure et donc éviter des limitations de densité de plasma ;
- 25 - la zone d'absorption RCE2 est située à quelques centimètres à l'intérieur du coude à 90° , ce qui permet d'obtenir une forte densité de puissance micro-onde (en effet, quand on absorbe dans un plus
30 petit volume on obtient une plus forte densité) et donc de fortes densités de plasma ; on peut éviter ainsi que la zone RCE2 soit située en dehors du coude dans la chambre de dépôt (grand volume et faible densité de puissance) ;
- la cible et le substrat peuvent être disposés parallèlement ;
- la hauteur du plasma peut être augmentée pour permettre un dépôt sur de grandes surfaces, ce qui

présente un réel avantage par rapport aux sources utilisant des bobines ;

- contrairement aux magnétrons, l'usure de la cible est homogène sur toute sa surface.

5

Les applications de la source de l'invention concernent le dépôt de couches minces par pulvérisation (métaux magnétiques ou non, oxydes, nitrures, carbures, ...) de 10^{-5} à 10^{-2} mbar, le dépôt de carbone graphite ou diamant avec des hydrocarbures ou le traitement de surfaces en géométrie linéaire extrapolable.

10

Brève description des dessins

15

- La figure 1 illustre une vue de dessus d'un premier mode de réalisation de la source à plasma de l'invention ;

20

- la figure 2 illustre une vue de dessus d'un second mode de réalisation de la source à plasma de l'invention ;

25

- les figures 3 et 4 illustrent un détail de la courbure des lignes de champ respectivement dans le premier et le second mode de réalisation de la source à plasma de l'invention ;

- les figures 5A et 5B illustrent respectivement une vue de face et une vue de côté d'une variante de réalisation du guide d'injection micro-onde connecté à la source à plasma de l'invention.

30

Exposé détaillé de modes de réalisation

La source à plasma de l'invention est constituée d'une enceinte à vide 10, d'un ensemble d'aimants permanents 16, 17 et 20 créant une configuration magnétique donnée et générant une nappe

35

de plasma dans l'enceinte, et d'un coupleur 11 répartissant dans l'enceinte la puissance générée par un ou plusieurs émetteurs micro-ondes. Cette injection de puissance dans l'enceinte 10 produit l'ionisation d'un gaz sous faible pression. Une canalisation 26 permet l'injection de ce gaz 27.

Le coupleur 11 comprend un guide d'injection micro-onde 12 se terminant par un coude 13 à 90° qui est connecté à l'enceinte 10 perpendiculairement à celle-ci. Une fenêtre micro-onde d'étanchéité 15, par exemple en quartz, est disposée entre le guide d'onde d'admission 12 et le coude 13.

La zone de résonance cyclotron électronique est représentée par une ligne en tiretés 35 sur les figures 1 et 2, la valeur de cette résonance étant égale à RCE1 dans le guide d'injection micro-onde 12, qui est un guide à l'air, et RCE2 dans le coude 13, qui est sous vide, la flèche 24 illustrant le pompage dans l'enceinte 10.

Une cible 21 à pulvériser polarisée négativement par rapport au cache externe à la masse 28, est située dans le plasma de diffusion. Cette cible est refroidie grâce à un circuit de refroidissement 30 comportant une canalisation 31 d'amenée d'un liquide de refroidissement, par exemple de l'eau, et une canalisation 32 de retour de ce liquide.

Cette cible 21 à pulvériser peut pivoter pour obtenir une configuration cible-substrat parallèle si nécessaire.

En extrémité de l'enceinte 10 se trouve le substrat 22 à recouvrir ou traiter, mû par exemple d'un déplacement rectiligne 23, comme illustré sur les figures 1 et 2.

Un premier et un second aimants permanents 16 et 17 sont disposés de part et d'autre de la fenêtre

15. Ces aimants 16 et 17 sont installés, comme représenté sur les figures 1 et 2, avec une alternance de pôle N-S (Nord-Sud) ou S-N (Sud-Nord).

Le premier aimant 16 crée un champ magnétique \vec{B} parallèle à la propagation micro-onde \vec{k} . Il crée un champ de module RCE2 dans le coude 13 situé en aval jusqu'au lieu désiré. Combiné au second aimant 17, il crée un fort champ au niveau de la fenêtre 15. Du fait du coude micro-onde 13, cette fenêtre 15 est située à 90° de l'axe du plasma.

Comme illustré sur la figure 1, dans un premier mode de réalisation un troisième aimant 20 est disposé de l'autre côté de la cavité 10, au même niveau que le premier aimant 16, le premier et le troisième aimants 16 et 20 étant disposés en série de pôles (N-S ou S-N).

Ce troisième aimant 20 est utilisé pour ramener les lignes de champ sur la cible 21 et augmenter ainsi la densité ionique de pulvérisation. Ainsi les lignes de champ magnétique convergent vers la cible 21 pour obtenir la densité d'ions la plus élevée possible sur celle-ci : la diffusion du plasma 33 suit les lignes de champ magnétique et la densité de courant est approximativement proportionnelle au champ magnétique (le flux magnétique et le courant total se conservent le long de la diffusion). S'il n'y avait pas de reprise de flux grâce à ce troisième aimant 20, les lignes de champ divergeraient et ainsi la densité de plasma diminuerait.

L'injection d'une puissance micro-onde dans le guide d'onde 12 à travers la fenêtre d'étanchéité 15 produit l'ionisation du gaz dans la zone 35 de résonance cyclotron électronique (résonance cyclotron électronique, par exemple à 875 Gauss) situé à quelques centimètres à l'intérieur du coude 13 sous vide. Ce coude à 90° permet de protéger la fenêtre 15 contre

5 tout recouvrement métallique qui provoquerait une réflexion de la puissance micro-onde incidente. Le plasma ainsi créé diffuse le long des lignes de champ magnétique jusqu'à la cible 15 polarisée négativement (-100 à -1 000 Volts typiquement). Les ions accélérés vers la cible 21 permettent l'éjection d'atomes pulvérisés vers le substrat 22 en un flux 34.

10 Dans un second mode de réalisation, illustré sur la figure 2, le troisième aimant 20 est disposé derrière la cible 21. Le premier et le troisième aimant 16 et 20 sont alors disposés en série de pôles (N-S ou S-N).

15 Ainsi, dans un premier mode de réalisation illustré sur la figure 1, la cible 21 peut être inclinée, les lignes de champ étant parallèles au guide d'onde en sortie, le premier et le troisième aimants étant en série Nord-Sud ou Sud-Nord et, dans un second mode de réalisation illustré sur la figure 2, la cible 21 peut être parallèle au substrat, les lignes de champ 20 étant courbées par le troisième aimant situé derrière la cible.

Un détail de courbure des lignes de champ 40 est donné sur les figures 3 et 4 respectivement pour le premier et le second mode de réalisation.

25 La hauteur du plasma peut être augmentée par l'augmentation de la hauteur d'injection micro-onde 12 du guide par une extension de celui-ci, comme illustré sur la figure 5. Dans cette variante de réalisation, le guide d'injection micro-onde 12 a une hauteur h_2 du côté de la fenêtre micro-onde 15, représentée aux 30 figures 1 et 2, et une hauteur h_1 du côté d'une bride d'injection micro-onde (émetteur). Ce guide peut être un guide de type WR 340 pour une onde de fréquence $f=2,45$ Ghz, avec les dimensions suivantes : $h_1 = 86$ mm, 35 $h_2 = 172$ mm, $l = 43$ mm.

REFERENCES

- [1] « Electron Cyclotron Resonance Microwave Plasma-Based Technique For Sputter-Deposition Of Chromium Films » de E. Touchais, M. Delaunay et Y. Pauleau (Proceedings Of The 5th International Symposium On Trends And New Applications In Thin Films, Colmar, France, 1-3 avril, 1996 et thèse de E. Touchais, Institut National Polytechnique de Grenoble, France, 23 Juillet 1996)
- [2] « Electron Cyclotron Resonance Plasma Deposition Technique Using Raw Material Supply By Sputtering » de T. Ono, C. Takahashi et S. Matsuo (Japan J. Appl. Phys. 23, L534, 1984)
- [3] « Oxide Film Deposition By Radio Frequency Sputtering With Electron Cyclotron Resonance Plasma Stimulation » de M. Matsuoka et S. Tohno (J. Vac. Sc. Technol. A13, 2427, 1995)
- [4] « A Few Techniques For Preparing Conductive Material Films For Sputtering-Type Electron Cyclotron Resonance Microwave Plasma » de M. Matsuoka et K. Ono (Japan J. Appl. Phys. 28, L503, 1989)
- [5] « Permanent Magnet Electron Cyclotron Resonance Plasma Source With Remote Window » de L.A. Berry et S.M. Gorbatskin (J. Vac. Sci. Technol. A13, 343, 1995)
- [6] « Long Electron Cyclotron Resonance Plasma Source For Reactive Sputtering » de T. Yasui, K. Nakase, H. Tahara et T. Yoshikawa (Japan J. Appl. Phys. 35, 5495, 1996)
- [7] « Microwave-Enhanced Magnetron Sputtering » de Y. Yoshida (Rev. Sci. Instrum. 63, 179, 1992)
- [8] « Highly Homogeneous Silica Coatings For Optical And protective Applications Deposited By PECVD At

- Room Temperature In A Planar Uniform Distributed Electron Cyclotron Resonance Plasma Reactor » de J.C. Rostaing, F. Coeuret, J. Pelletier, T. Lagarde et R. Etemadi (Thin Solid Films 270, 1995, pages 49-54)
- 5 [9] Brevet français FR-2 701 797 (demande n° 93 01847 du 18 février 1993) de G. Briffod et T.K. Nguyen, « Coupleur de transfert d'une puissance micro-onde vers une nappe de plasma et source micro-onde
- 10 linéaire pour le traitement de surfaces par plasma »

REVENDICATIONS

1. Source à plasma micro-onde linéaire,
5 comprenant :
- une enceinte étanche (10) ;
 - des moyens (16, 17) pour créer un champ magnétique dans l'enceinte et générer une nappe de plasma ;
 - 10 - des moyens de couplage (11) entre des moyens d'émission micro-onde et la nappe de plasma dans l'enceinte ;
 - une cible (21) à pulvériser, isolée électriquement de l'enceinte (10) et portée à une
 - 15 tension de polarisation négative, située dans la nappe de plasma ;
 - des moyens de pompage (24) pour faire le vide dans l'enceinte (10) ;
 - des moyens d'injection de gaz (27) pour
 - 20 le contrôle des espèces ioniques de la nappe de plasma ;
- de manière à ce que les ions accélérés vers la cible permettent l'éjection d'atomes pulvérisés vers un substrat (22) à traiter ;
- 25 caractérisé en ce que les moyens de couplage comprennent un guide d'injection micro-onde (12) suivi d'un coude à 90° (13) débouchant dans l'enceinte, perpendiculairement à celle-ci, une fenêtre micro-onde d'étanchéité (15) étant située entre le guide
- 30 d'injection micro-onde (12) et le coude à 90° (13), de manière à produire l'ionisation du gaz en une zone de résonance cyclotron électronique (35) située à quelques centimètres à l'intérieur du coude (13), qui est sous vide, et en ce que les moyens pour créer un champ
- 35 magnétique comprennent un premier et un second aimants

permanents (16, 17) disposés de part et d'autre de cette fenêtre (15), ces aimants (16, 17) étant installés avec une alternance de pôles.

2. Source selon la revendication 1, dans laquelle la cible est refroidie grâce à un circuit de refroidissement (30) comportant une canalisation (31) d'amenée d'un liquide de refroidissement et une canalisation (32) de retour de ce liquide.

3. Source selon la revendication 1, dans laquelle un troisième aimant (20) est disposé de l'autre côté de l'enceinte (10) par rapport au premier aimant (16) et au même niveau que celui-ci, le premier et le troisième aimant (16, 20) étant disposés en série pôles.

4. Source selon la revendication 1, dans laquelle un troisième aimant (20) est disposé derrière la cible (21), le premier et le troisième aimant (16, 20) étant alors disposés en série de pôles.

5. Source selon la revendication 1, dans laquelle la cible (21) est parallèle au substrat (22).

6. Source selon la revendication 1, dans laquelle le guide d'injection micro-onde (12) a une hauteur qui augmente de son entrée vers sa sortie, connectée à la fenêtre micro-onde.

1/4

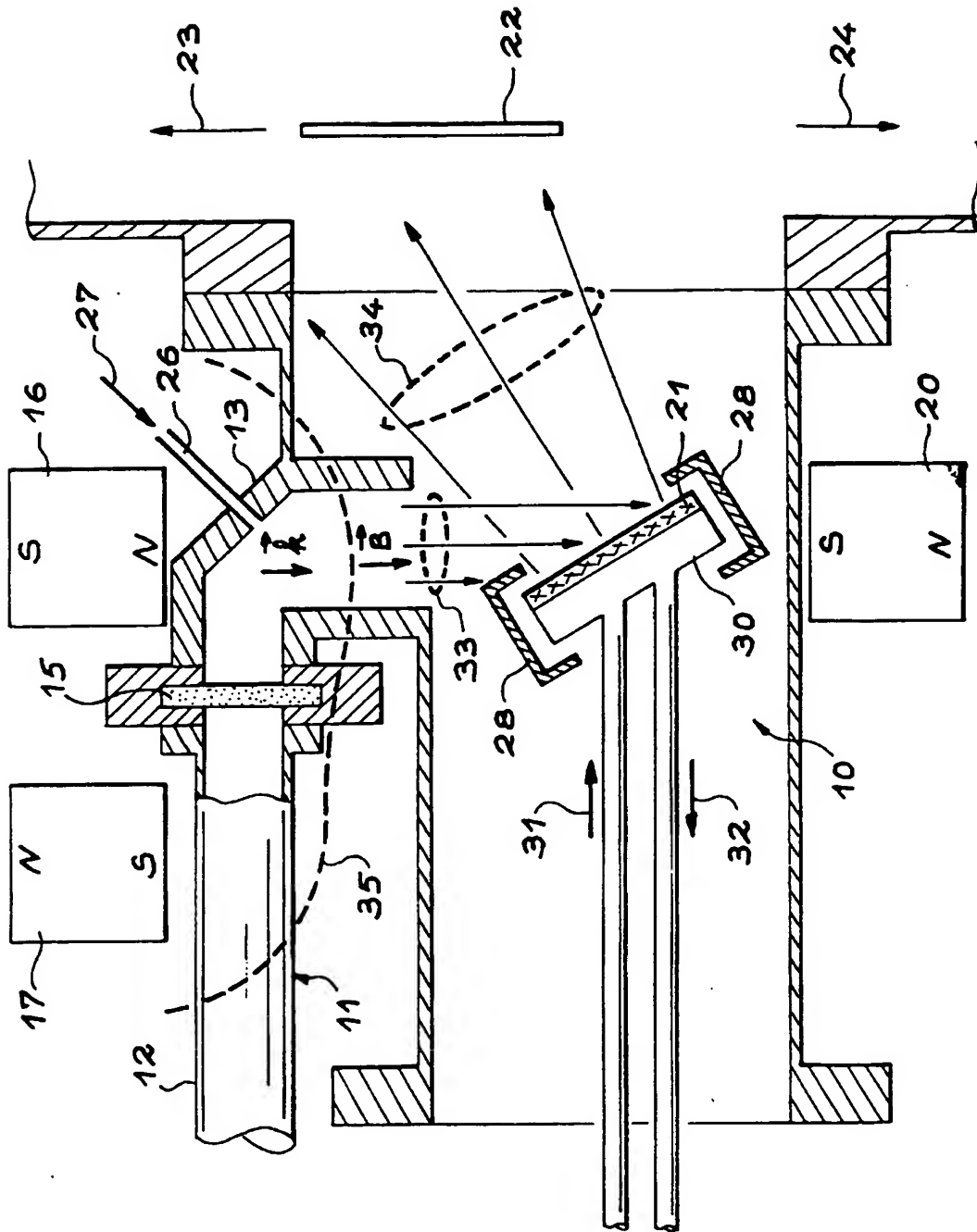


FIG. 1

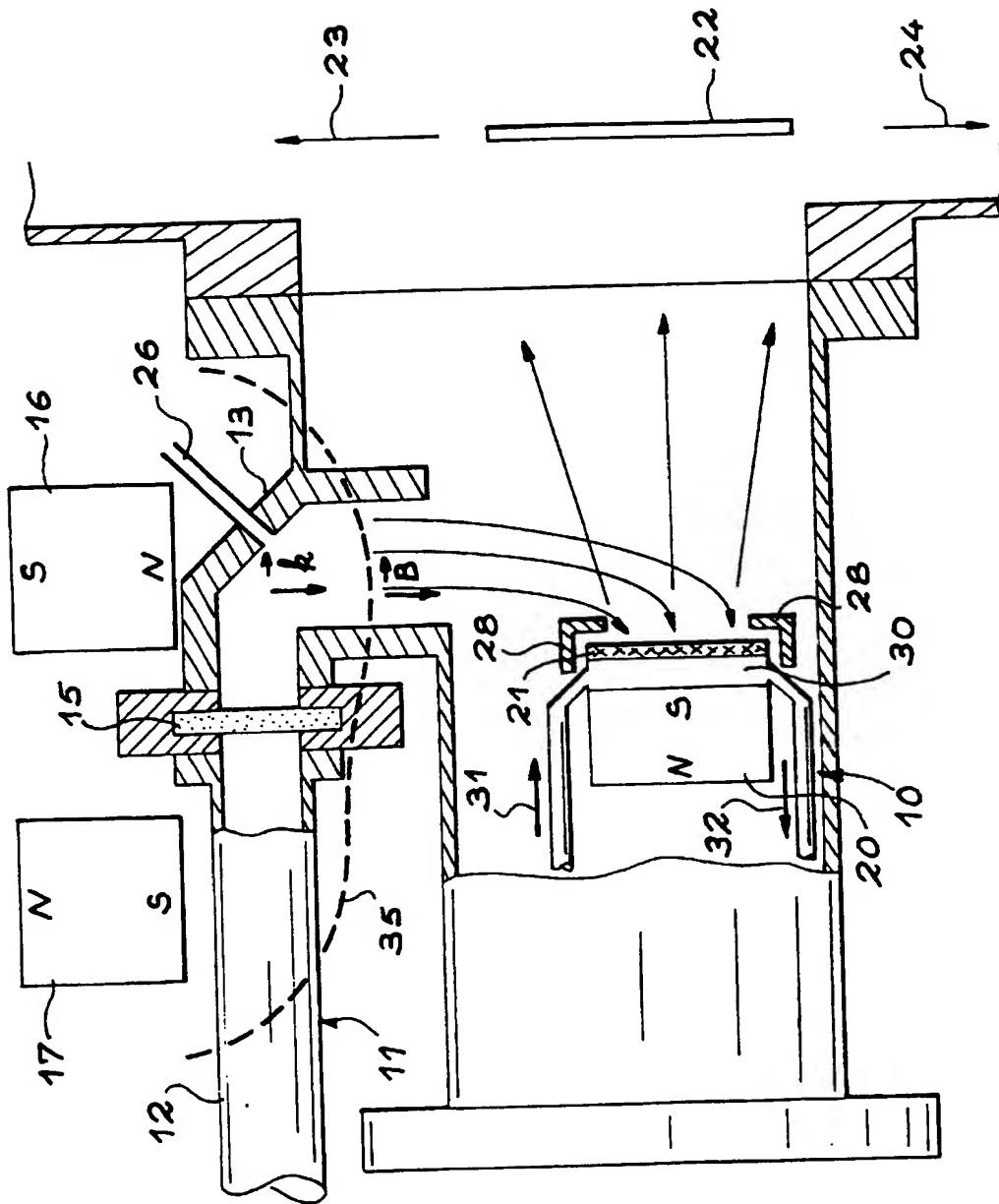
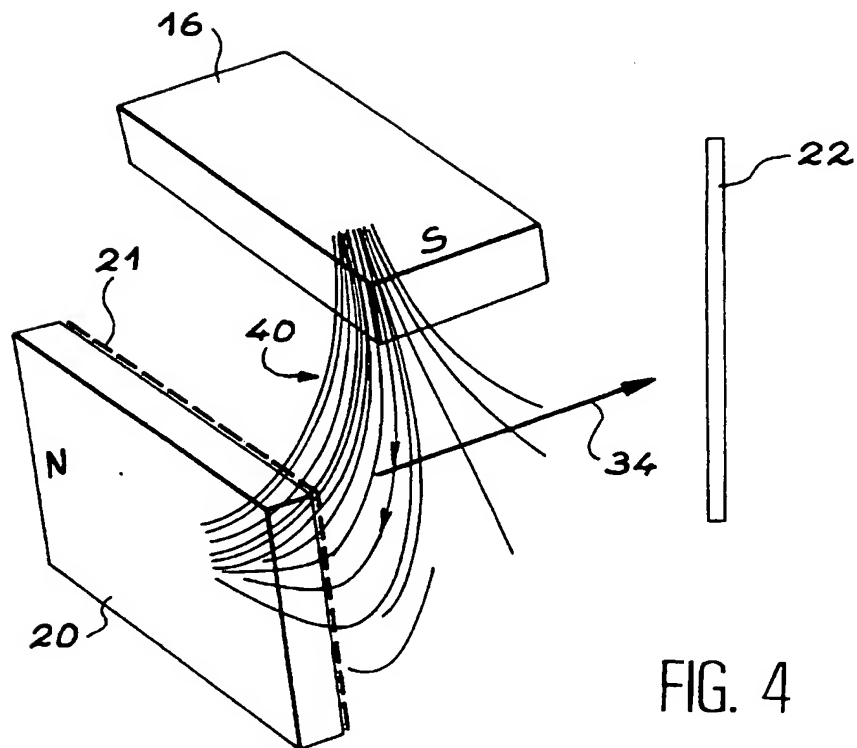
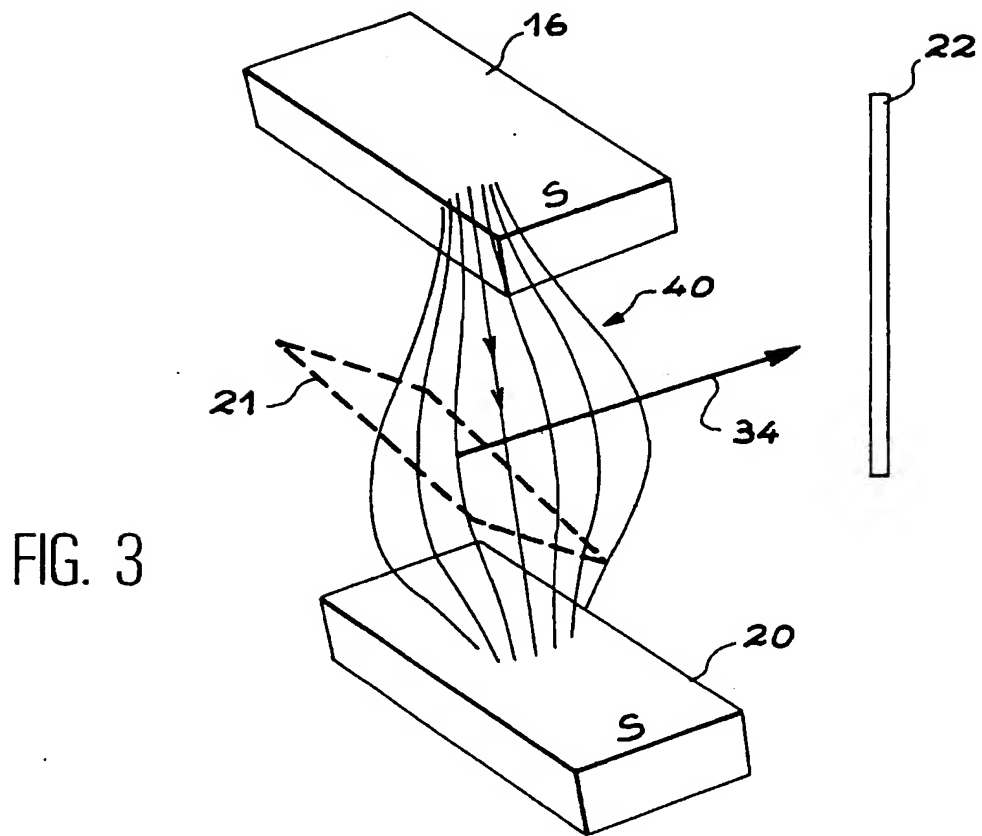


FIG. 2

3 / 4



4/4

FIG. 5A

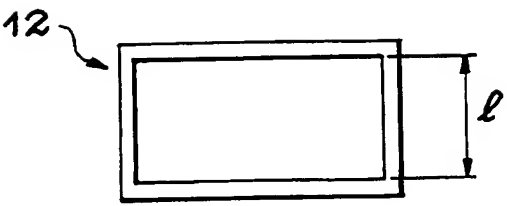
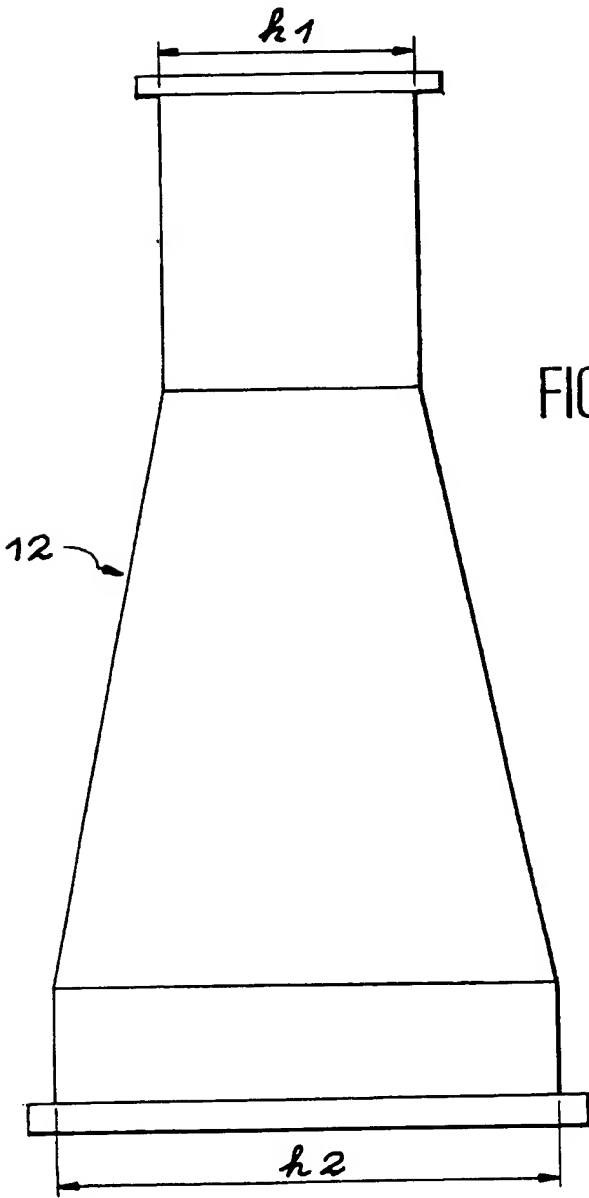


FIG. 5B



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 554207
FR 9800777

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | Revendications concernées de la demande examinée |
|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 033 (E-1493), 18 janvier 1994 & JP 05 266993 A (HITACHI LTD), 15 octobre 1993 * abrégé * | 1 |
| D,A | MARITO MATSUOKA ET AL: "A FEW TECHNIQUES FOR PREPARING CONDUCTIVE MATERIAL FILMS FOR SPUTTERING-TYPE ELECTRON CYCLOTRON RESONANCE MICROWAVE PLASMA" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 28, no. 3, 1 mars 1989, pages L503-506, XP000118423 * page 505, colonne de gauche, alinéa 1 * * figure 4 * | 1,5 |
| D,A | BERRY L A ET AL: "PERMANENT MAGNET ELECTRON CYCLOTRON RESONANCE PLASMA SOURCE WITH REMOTE WINDOW" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART A, vol. 13, no. 2, 1 mars 1995, pages 343-348, XP000498541 * page 343, colonne de droite, alinéa 3 - page 344, colonne de gauche, alinéa 2 * * figure 1 * | 1 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 438 (C-544), 17 novembre 1988 & JP 63 162865 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 6 juillet 1988 * abrégé * | 2,4 |
| A | DE 42 30 291 A (LEYBOLD AG) 17 mars 1994 * colonne 2, ligne 39 - ligne 60 * * figure 1 * | 4 |
| -/-- | | |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur |
| 24 septembre 1998 | | Capostagno, E |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p> | | |

EPO FORM 1503 03.82 (P/M/C 13)

2774251

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 554207
FR 9800777

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | Revendications concernées de la demande examinée |
|--|--|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | |
| A | US 5 302 266 A (GRABARZ HENRY J ET AL) 12 avril 1994 * colonne 5, ligne 26 - ligne 36 * * figures 5,9B * ----- | 1,6 |
| | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6) |
| | | |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur |
| 24 septembre 1998 | | Capostagno, E |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p> | | |

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)